نظرية انتشار قاع المحيط
مفهوم اوقيانوغرافي

أ.د. عبد الاله رزوقي كربل
كلية التربية
جامعة بابل

المقدمة:

كانت البحار والمحيطات ولا تزال تحتل حيزا واسعا من تفكير الانسان لما للعلاقة المتبادلة بينه وتلك المساحات الشاسعة من المسطحات المائية وقد ظلت كيفية تكون وتطور تلك المسطحات المائية تشكل بؤرة أساسية في علوم البحار والمحيطات، فقد ظهرت وتطورت آراء عديدة حول هذا الموضوع نخص بالذكر منها نظرية الكويكبات التي وضعها تشمبرلن ونظرية الانكماش التي وضعها جفريز وزحرحة القارات التي جاء بها واجنر ونظرية الانزلاق القاري لديلي والتيارات الصاعدة لهولمز[1].

اعتمدت كل هذه الفرضيات والنظريات على مفهومين متناقضين، فالبعض منها يعتمد على فكرة ثبات مواقع القارات والمحيطات منذ تكونها الى حد الآن. والبعض الآخر يعتمد على فكرة حركة القارات التي تنعكس بدورها على مواقع وحجوم المحيطات. تستند كثير من تلك الآراء على الأسس العلمية التي تعضدها ويمكن للبعض منها ان ينقض من أساسه. ومن هنا جاءت نظرية انتشار قاع المحيط لتضع النقاط على الحروف في هذا الموضوع الذي ظل محل نقاش وجدل بين المختصين طوال مدة كبيرة.

شهدت الستينات من هذا القرن ثورة واضحة في علوم الأرض نتيجة

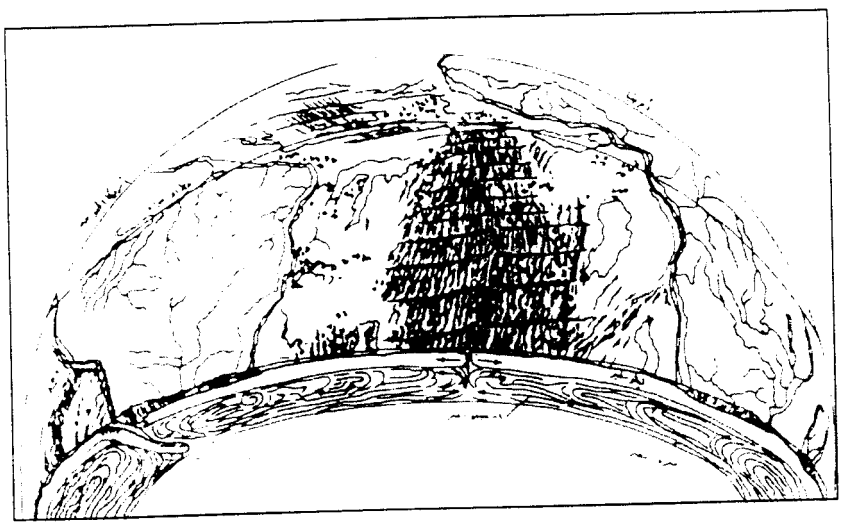
للتطورات السريعة في المعرفة وفي فهم بنية وعمر احواض المحيطات الضيقة الامر الذي اتاح المجال لنظرية انتشار قاع المحيط لأن تظهر وتتطور وتجد لها موقعا متميزا بين النظريات الاخرى ذات العلاقة. وعلى الرغم من ان المحصلة النهائية لهذه النظرية لاتبتعد كثيراً عن نظرية الزحزحة القارية التي وضعت في سنة ١٩١٢ من قبل الالماني واجنر Alfred Wagner، إلا أن نظرية الزحزحة بمفهومها القديم رفضت من قبل كثير من العلماء والباحثين ذلك لان البراهين التي جاء بها واجنر كانت في معظمها غير مقنعة، لعدم وجود اسس ميكانيكية لتعضيدها. وكانت معظم براهينه معتمدة على نقاط يمكن ان تكون قد جاءت بطريقة الصدفة ليس إلا. ولم يستطع واجنر ان يتفهم السبب الاساس للزحزحة الذي لم يستطع العلماء معرفته إلا بعد ان توفرت لديهم وسائل واساليب متطورة، وخاصة ما جرى من مسح زلزالي لقيعان المحيطات ولسطوح القارات.

تمكن العالم الجيولوجي هيس H.H. Hess من وضع نظريته المسماة (نظرية انتشار قاع المحيط Sea Floor Spreading) مستفيداً من المعارف الانسانية المتراكمة حول هذا الموضوع وخاصة تلك التي اظهرتها الكشوف الحديثة لقيعان البحار والمحيطات.

ليست نظرية هيس من بنات افكاره فقط، انما سبقه في ذلك بحوالي ٣٠ عاما عالم اسكتلندي واسمه آرثر هولمز Aruther Holmes إذ نشر بحثا حول نفس الموضوع تقريباً، إلا أن افكاره تلك لم يكتب لها الانتشار انذاك بسبب طغيان نظرية زحزحة القارات لواجنر على الفكر الاوقيانوغرافي. وقد تاثر العالم هيس باكتشافين مهمين حول قاع المحيط كانا قد ظهرا خلال الخمسينات من القرن العشرين بسبب استخدام عملية المسح الزلزالي لدارسة الصخور القاعية في المحيطات. يتعلق الاكتشاف الأول في ان سمك القشرة الأرضية هو ٧كم فقط في المناطق المحيطية في الوقت الذي يبلغ معدل سمك القشرة الارضية فيه حوالي ٣٥كم تحت القارات. والاكتشاف الثاني الذي تاثر به هيس ان الحافات الوسط محيطية

Mid-oceanic ridges مظاهر مميزة لكل الأحواض المحيطية الرئيسة باستثناء كرب المحيط الهادي[٢] وبذلك استطاع وضع اسس نظريته حول انتشار قاع المحيط.

ياتي الاهتمام بهذا الموضوع من ضرورة اغناء المعرفة العربية بالتطورات العلمية الحديثة وهو امر لابد منه كي نظل سائرين في ركب العلم الجديد. كما ان المتخصصين بعلم الجغرافية لابد وان يكونوا على اطلاع وثيق بما يستجد من افكار في موضوعات هم على اتصال بها كالاوقيانوغرافية مثلا وان تقدم اليهم هذه الافكار بطريقة تختلف عن تلك التي يريدها المتخصص الدقيق. علما ان نظرية انتشار قاع المحيط تعدُ من أدق النظريات التي يمكن لها ان تجيب على الاسئلة ذات العلاقة بتطور ونشوء احواض المحيطات كما انها تقود الى فهم افضل لأسباب حدوث وتوزيع الهزات الزلزالية والنشاط البركاني وبناء الجبال وتبين افضل المواقع لوجود البترول، والموارد المعدنية الاخرى[٣]. اضافة الى ما تقدم فان منطقة البحر الاحمر الواقعة ضمن الوطن العربي تتاثر بشكل كبير حالياً بعملية الانتشار للقاع هذه. ويعتقد بعض الجيولوجيين ان هذا البحر سيغدو في فترة ما كبيراً جداً في مساحته.



شكل (١)
مقطع في القشرة الأرضية

لابد لكل من يحاول ان يفهم نظرية انتشار قاع المحيط بشكل جيد من الاطلاع على مفهوم جيولوجي حديث ايضاً حول القشرة الأرضية إلا وهو مفهوم تكتونية الصفائح Plate Tectonics.وطبقاً لهذه الفكرة فان القشرة الأرضية تتكون من صفائح مانتيل منفردة يتراوح سمكها بين ٧٠-١٠٠كم وتحمل صفائح المانتيل هذه القشرة المحيطية الصلبة التي تطفو فوقها. وتطفو القشرة القارية على صفائح المانتيل هذه ايضا. ويمكن لبعض الصفائح ان تحمل وفي آن واحد كلا نوعي القشرة[٤]. وتباينت الاراء حول مقدار سمك الصفائح حيث يقدرها البعض باكثر من ١٥٠كم، ويطلق على تجمع كل الصفائح مصطلح ليثوسفير Lithosphere الذي يمتد تحته نطاق استينوسفير Asthenosphere الذي يكون بدوره طريق الانزلاق لهذه الصفائح (شكل رقم (١)).

يزيد عدد الصفائح عن ١٠، وتعدُ صفيحة المحيط الهادي الوحيدة بينها التي لاتحمل اية كتلة قارية[٥]. تتحرك الصفائح باتجاهات مختلفة، فهي اما تتحرك باتجاه بعضها البعض او مبتعدة عن بعضها. وتعرف المناطق التي تقترب بها الصفائح من بعضها باسم مناطق التقابل Divergence، وتتمثل عادة بالاغوار او الخنادق المحيطية، اما المناطق التي تتباعد فيها الصفائح عن بعضها فتعرف باسم مناطق الافتراق Convergence وتتمثل هذه عادة بالحافات الوسط المحيطية [٦] وتشكل الحافات الوسط محيطية اكبر مظهر على سطح الأرض بعد القارات واحواض المحيطات ويقدر حجمها بـ١٠٠ مليون كم٣[٧]. شكل رقم (٢). هناك حركة ثالثة للصفائح ي التي تحدث على طول حدود الخطوط الانكسارية إذ تنزلق الصفائح بمحاذاة بعضها دون ان تؤثر في تكوين القشرة وتوازي هذه الحركة الاتجاه العام لحركة الصفيحة [٨].

تستند نظرية انتشار قاع المحيط على حقيقة ان قاع المحيط عبارة عن حزام ناقل كبير تتحرك فيه قشرة محيطية جديدة تنشأ من منطقة الحافات المحيطية الوسطى باتجاه الاغوار حاملة معها التلال البحرية Sea Mounts والجزر المحيطية والهضاب

المحيطية القاعية وحتى القارات احياناً.

افترض العلماء في محاولتهم لوضع اسس ميكانيكية لعملية انتشار قاع المحيط الى وجود خلايا تصعيدية كبرى في المانتيل الاعلى، وتمتد هذه الخلايا الى عمق حوالي ٧٥٠كم داخل المانتيل. ويكون مقدار المنحدر الحراري بين المانتيل الاعلى وسطح الارض كبيراً بحيث يكون كافياً لقيام حركة تصعيد حراري من المانتيل الاعلى. ويعمل التيار الصاعد من المانتيل الى سطح الأرض من خلال مناطق الحافات الوسط محيطية متمثلا بالنشاط البركاني الذي يتركز حول هذه الحافات، ثم ينتشر هذا التيار بعد ذلك ويبرد ويغوص اخيرا في مناطق الاغوار او الخنادق المحيطية، وتشبه هذه الحركة ما يحدث في اناء ماء يسخن من الأسفل ثم تنتقل الحرارة بعد ذلك بسرعة من خلال الحركة التصعيدية للماء. وطبيعة ان هذه الحركة التصعيدية تكون في الأرض بطيئة جداً إذ انها قد تتراوح بين ٠,٥-١ سم في العام الواحد(٩).

دلت الدراسات التي اجريت على معدلات انسياب الحرارة من باطن الأرض على ان مناطق الحافات الوسط محيطية تمثل اقاليم انسياب حراري عال نسبيا، وبذلك تتعضد الفكرة التي تقول بان هذه المناطق عبارة عن خطوط تخرج منها المواد البركانية وتصل الى السطح بشكل طفوح بركانية والتي تعد بدورها بداية لتكون القشرة المحيطية الجديدة. كما امكن ملاحظة ان معدل انسياب الحرارة من مناطق الحافات الوسط محيطية قد يبلغ حوالي ثلاثة او اربعة اضعاف القيمة الاعتيادية للانسياب الحراري من جهات الأرض الأخرى، وتعكس هذه بدورها حقيقة خروج بعد مواد المانتيل بشكل طفوح بركانية من الحافات الوسطى، كما اثبتت الدراسات التي اجريت حول كثافة مواد تلك الحافات انها اقل من بقية المواد المكونة لقاع المحيط، وبذلك تتعزز الحقيقة القائلة ان المناطق الواقعة اسفل الحافات من المانتيل هي ذات حرارة اعلى من غيرها من جهات المانتيل الواقعة تحت اقسام قاع المحيط الاخرى. اظهرت تلك الدراسات في الوقت نفسه، ان معدل الانسياب

وكذلك يكون معدل الانسياب الحراري قليل جداً في مناطق الاغوار المحيطية والسهول القاعية المجاورة لها [١٠]، الامر الذي يؤدي الى تمددها وتحلولها الى تضاريس قاعية مرتفعة بشكل حافات وسط محيطية.

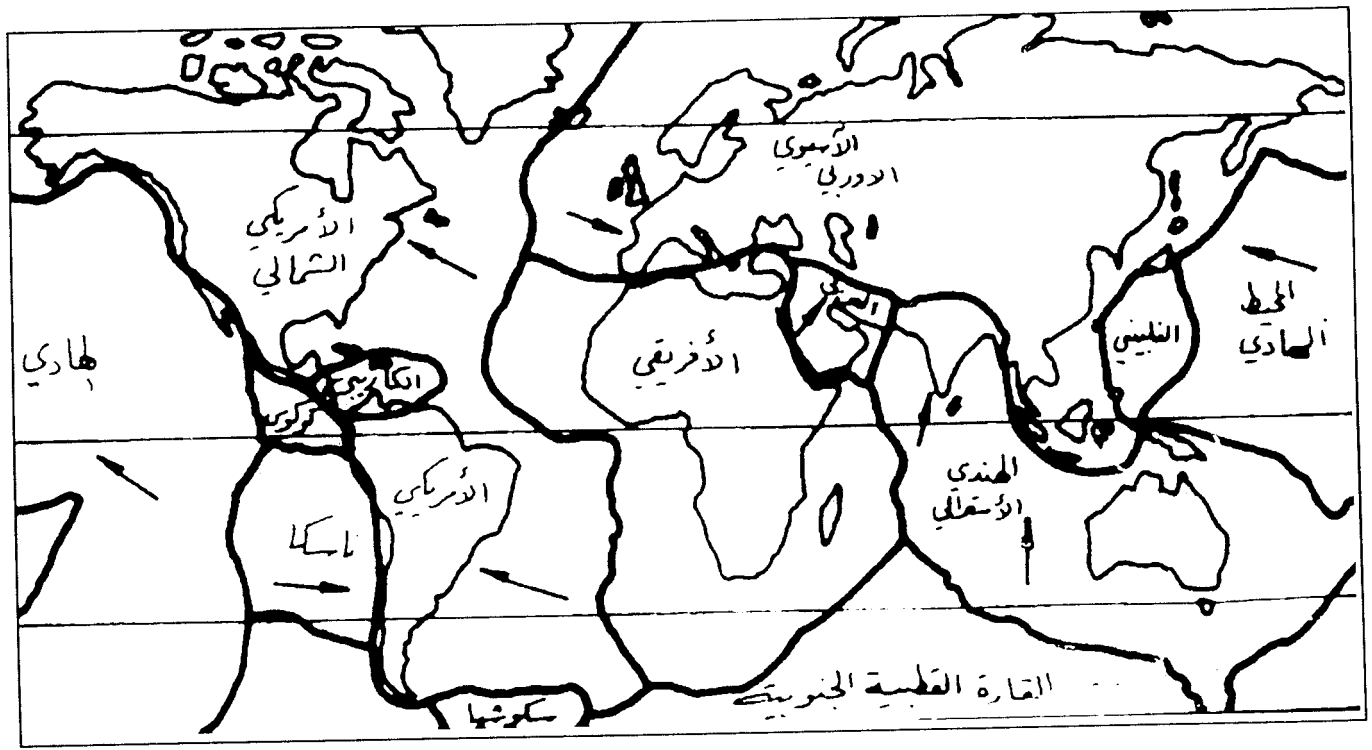
تنتشر القشرة المحيطية التي تنشأ عند الحافات المحيطية الوسطى نتيجة لقوة الدفع الناجمة عن خروج المقذوفات البركانية الجديدة من الشقوق او من الفوهات البركانية الكائنة عند تلك الحافات، بمعدل حركة يختلف من مكان الى اخر، فقد دلت الحسابات المستندة على دراسة الرواسب المستخرجة من القاع المحيطي العميق على ان المحيط الأطلسي الجنوبي ينتشر بشكل متماثل بمعدل ١-٤سم كل عام كما تنتشر قشرة قاع المحيط الهادي بمعدل ٨-١٣سم سنوياً باتجاه الغرب منذ حوالي ١٥ مليون سنة وكانت فيها منذ ذلك الوقت حركة اضافية اخرى باتجاه الشمال تبلغ حوالي نصف ذلك المعدل[١١]، ويرينا لجدول رقم (١) بعض معدلات الانتشار لقاع المحيطات اذ يتبين لنا من خلاله المعدل القليل لحركة الانتشار غير ان المدة الطويلة جداً التي استغرقتها يمكن ان تؤدي الى تكوين احواض محيطية واسعة جداً[١٢].

جدول رقم (١)
بعض معدلات الانتشار لقاع المحيطات خلال الـ ٣,٦ مليون سنة الاخيرة

المحيط	معدل الانتسار / سم في العام
المحيط الاطلسي	بين ١-٢,٥
المحيط الهندي	١-٢,٤، اقل المعدلات تكون في البحر الاحمر واعلاها قرب حافة Chagos- St. Paul
المحيط الهادي	٥,١ عند تقاطع دائرة عرض ٤٠-٤٥ جنوبا مع خط طول ١١٢ غربا. ٦ عند تقاطع دائرة العرض ٧ جنوبا مع خط طول ١١٣ غربا.

المصدر:
Cuchlaine A. King. Introduction to Marine Geology and Geomorphology. Edward Arnold. London. ١٩٧٤. p.٥٨.

تكون عملية الانتشار هذه بطيئة جداً كما ظهر لنا ذلك من الجدول اعلاه اضافة الى ان بعضها يتصف معدل حركة ثابت، فقد اظهر Vine في سنة ١٩٦٨



شكل رقم (٢)
خارطة العالم مبين عليها الصفائح أو الأطباق التكتونية والاتجاهات لعامة لحركتها

وجود نمط انتشار منتظم بمعدل ٣سم/ في السنة في حافة Jaun de fucaالمقابلة لجزيرة فانكوفر الواقعة في المحيط الهادي قرب الساحل الكندي. وهناك حافة اخرى ذات نمط ثابت للانتشار وهي حافة Reykjanes في جنوب غرب ايسلندا في المحيط الاطلسي حيث يبلغ المعدل ٣سم ايضاً[١٣].

تتحرك القشرة المحيطية الجديدة مبتعدة عن مناطق الحافات الوسط محيطية بالمعدلات التي ذكرت سابقاً لتنتهي بعد ذلك مندفعة نحو الاسفل من خلال الاغوار والخنادق المحيطية العميقة، اذ لابد هذه العملية من ان تحدث كي لا تتمدد الكرة الأرضية ويكبر حجمها ولذلك عند ثبات قطر الأرض فان القشرة المتولدة عند الحافات الوسط محيطية يجب ان تتهشم في مكان ما واستناداً لما نعرفه عن فيزيائية داخلية الأرض وعدم وجود رواسب يزيد عمرها عن ٢٠٠مليون سنة فوق قاع المحيط فقد استبعدت من الاذهان بشكل تام عملية تمدد الأرض[١٤].

توجد الخنادق على جوانب بعض صفائح القشرة الأرضية فخندق ماريانا مثلاً يمتد على طول الجانب الغربي بصفيحة المحيط الهادي. وكذلك الحال بالنسبة لخنادق فونكا وكوريل كمشتكا، في حين يوجد خندق في بيرو –شيلي على الجانب الشرقي من الصفيحة المذكورة، ويمتد خندق بورتوريكو عند الجانب الغربي من صفيحة المحيط الأطلسي، اما خندق جاوة فانذه يمتد على الجانب الشرقي من صفيحة المحيط الهندي، ويبين الجدول (رقم ٢) عدداً من اشهر الخنادق والاغوار المحيطية مع اعماقها.

جدول رقم (٢) اشهر الخنادق المحيطية

اسم الخندق	العمق بالامتار	الطول بالكيلومتر
ماريانا	١١،٠٢٢	٢٥٥٠
تونكا	١٠،٨٨٢	١٤٠٠
كوريل-كمشتكا	١٠،٥٤٢	٢٢٠٠
الفلبين١	١٠،٤٩٧	١٤٠٠
بورتوريكو	٨،٣٨٥	١٥٥٠
بيرو-شيلي	٨،٠٥٥	٥،٩٠٠
جاوه	٧،٤٥٠	٤٥٠٠
امريكا الوسطى	٦،٦٦٢	٢٨٠٠

المصدر :

David A. Ross. Introduction to Oceanography, Prentice-Hall. Englwood. Cliffs.١٩٧٧. p.٢٨٩.

ظهرت ادلة كثيرة تبين منها ان القشرة الأرضية التي تتولد عند الحافات الوسط محيطية تندفع بعيداً عنها ثم تغوص ثانية عند الأغوار والخنادق المحيطية وتنضم ال المانتيل ثانية وبذلك تتكامل الدورة (شكل رقم (٣)) ومن بين اهم هذه الادلة وجود نمط للزلازل العميقة المراكز عند منطقة امتصاص القشرة في مناطق الاغوار المحيطية. تتزايد اعماق مراكز الزلازل كلما ابتعدنا عن الحافات الوسط محيطية حيث تصل في مناطق الاغوار الى حوالي ٧٠٠كم داخل القشرة الأرضية وهذا يدل على ان القشرة الأرضية قد دفعت نحو الاسفل وتمتص ثانية في المانتيل في اعماق كبيرة كما ان برودتها النسبية تسمح بوجود هذا العمق الاستثنائي لياخذ النشاط الزلزالي مكانه فيه.

ويؤيد حدوث عملية انتشار قاع المحيط هو ان النشاط البركاني ينشأ أول الأمر عند الحافات وسط المحيطية ثم تبتعد المخاريط والجزء البركانية بعد ذلك عنها مدفوعة بقوة الانتشار، ولذلك تتصف الجزر البركانية القريبة من تلك الحافات بانها اقل عمراً من تلك البعيدة عنها. فعلى سبيل المثال يكون عمر جزيرة آيسلندا ١٢ مليون سنة وعمر جزر الازورز البعيدة عن الحافة الاطلسية الوسطى حوالي ١٥

مليون سنة، ويقدر عمر جزر الفارو بـ٢٥ مليون سنة، وجزيرة برمودا بـ ٣٥ مليون سنة وجزر الراس الأخضر بحوالي ١٤٠ مليون سنة، وقد دلت الحسابات التي اجريت على اعمار وسرعة تحرك تلك الجزر ان معدل سرعة الانتشار كانت بين ١-٨سم في السنة الواحدة[١٥].

تلعب عملية اندفاع القشرة المحيطية والرواسب التي فوقها نحو الأسفل في مناطق الأغوار المحيطية دوراً كبيراً في تنشيط الفعالية البركانية لجزر الاتواس اذ ان بعض المواد التي تقذفها البراكين الموجودة فيها كانت قد جاءت بالاصل من المواد التي اندفعت نحو الداخل [١٦].

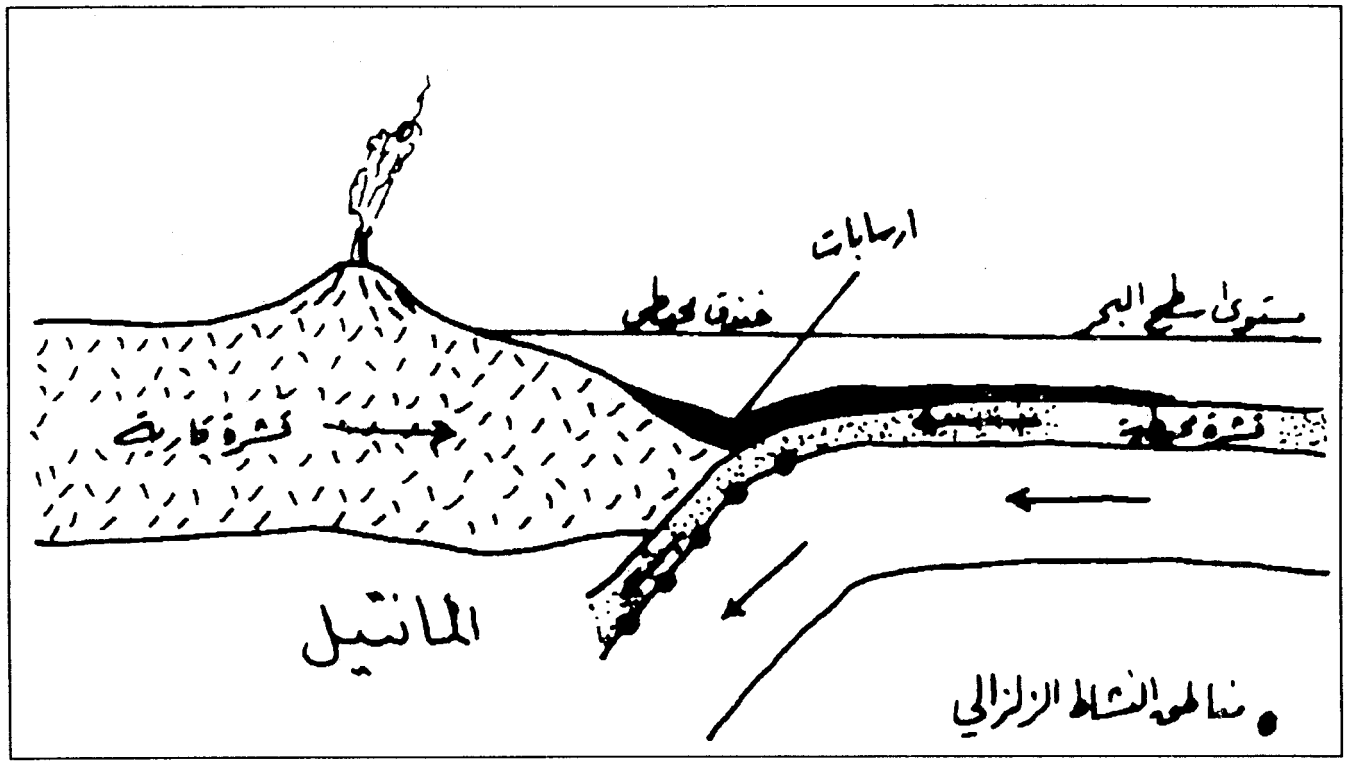
اظهرت الدراسات والكشوف الحديث انه يتكون وفي كل عام قشرة محيطية جديدة بمعدل مساحة تبلغ حوالي ١.٥كم٢، ويكفي هذا المعدل لتغطية كل قيعان المحيطات بقشرة جديدة في مدة مقدارها ٢٠٠ مليون عام. ولايزيد عمر اقدم النماذج للرواسب التي استخرجت من القاع المحيطي العميق عن ذلك الرقم في حين ان عمر الأرض هو ١٠ ^{٩} × ٤.٦سنة، وقد ظهر ايضاً انه لاتوجد إلا مناطق قليلة من قيعان المحيطات تكون مغطاة برواسب اقدم في عمرها عن الميزوزيك (الذي بدأ من حوالي ٢٣٠ مليون سنة)، وهذا دليل آخر على صحة نظرية انتشار قاع المحيط وتكتونية الصفائح، علماً بان الجهات الشمالية الغربية من المحيط الهادي وغرب البحر المتجمد تعد اقدم جهات المحيطات عمراً، في حين تمثل اشرطة واسعة من وسط المحيط الاطلسي والمحيط الهندي وشرق البحر المتجمد وشمال شرق المحيط الهادي مناطق ذوات اعمار قليلة من وجهة النظر الجيولوجية أو استناداً الى ذلك فقد ظهر رأي يقول ان من المحتمل ان تكون مياه المحيطات ذات عمر اقدم من عمر الرواسب والصخور المكونة لقيعان المحيطات نفسها [١٧].

دلت عمليات استخراج الرواسب من اماكن متفرقة من قيعان المحيطات ان الرواسب المستخرجة من المناطق المجاورة للحافات المحيطية الوسطى تكون اقل

سمكاً واحدث تكويناً ويزداد سمك تلك الرواسب ويزداد عمرها ايضا كلما ابتعدنا عن تلك الحافات كما هي الحال في وسط المحيط الاطلسي او في المناطق المجاورة لجزر الهادي الشرقي وقد تأيدت هذه الفكرة بشكل قاطع سنة ١٩٦٩ عندما تطابقت مع تحاليل الرواسب التي اخذت من اماكن متعددة من القاع والأعماق تصل حتى الى صخور البازلت نفسها [١٨].

تعد دراسة حالة الشذوذ المغناطيسي لصخور قيعان المحيطات والنتائج التي خرجت منها دليلا اساساً على صحة نظرية انتشار قاع المحيط، فمن المعلوم ان الأرض مغناطيس كبير له قطبين احدهما شمالي والآخر جنوبي ومن المعروف ايضا ان قطبي الأرض المغناطيسين لم يضلا ثابتين في موقعيهما الحاليين خلال تاريخ الارض. فقد امكن من خلال دراسةاعداد كبيرة من الطفوح البركانية من وضع جدول للتغيرات التي حصلت على مواقع تلك الاقطاب خلال ٣,٥ مليون سنة الاخيرة وتبين حصول تسع تبديلات في المواقع خلال تلك الفترة وكانت اخرها قد حدث منذ حوالي ٧٠٠٠٠٠سنة[١٩].

تتاثر بعض المواد المعدنية الموجودة داخل الحمم البركانية كالحديد مثلا بالقوة المغناطيسية للأرض وتأخذ لها اتجاهات تتناسب مع موقع القطب المغناطيسي للأرض قبل ان تتصلب تلك الحمم البركانية، ثم تظل محافظة على ذلك الوضع حالما تتصلب تلك الحمم مالم تلعب بعض الحركات الأرضية دوراً في تغيير اتجاهات تلك المعادن أو تقوم بعض العمليات الكيمياوية او الحرارية بتغيير ذلك الوضع[٢٠]. ويمكن قياس مقدار درجة الشذوذ المغناطيسية باستعمال مقياس المغناطيسية Magnetometer الذي يقيس شدة الجاذبية الرضية بعد ان يوضع بسفينة او طائرة، ويكون قادراً على تحسس الشدة المغناطيسية فوق اجسام مغناطيسية محلية مثل الصخور البركانية. فاذا كانت المواد الممغنطة قد تكونت في الوضع الحالي لقطبي الأرض فانها سوف تقوي التاثير المغناطيسي الذي يقيسه الجهاز، اما اذا كانت حالة الاستقطاب Polarity محفوظة في الوقت الذي تمت في عملية تصلب الحمم التي تحتوي المواد الممغنطة فان الشدة المغناطيسية الحالية سوف تتناقض مع الممغنظات الصغيرة المحفوظة وبذلك يمكن قياس درجة الشذوذ المغناطيسية[٢١].

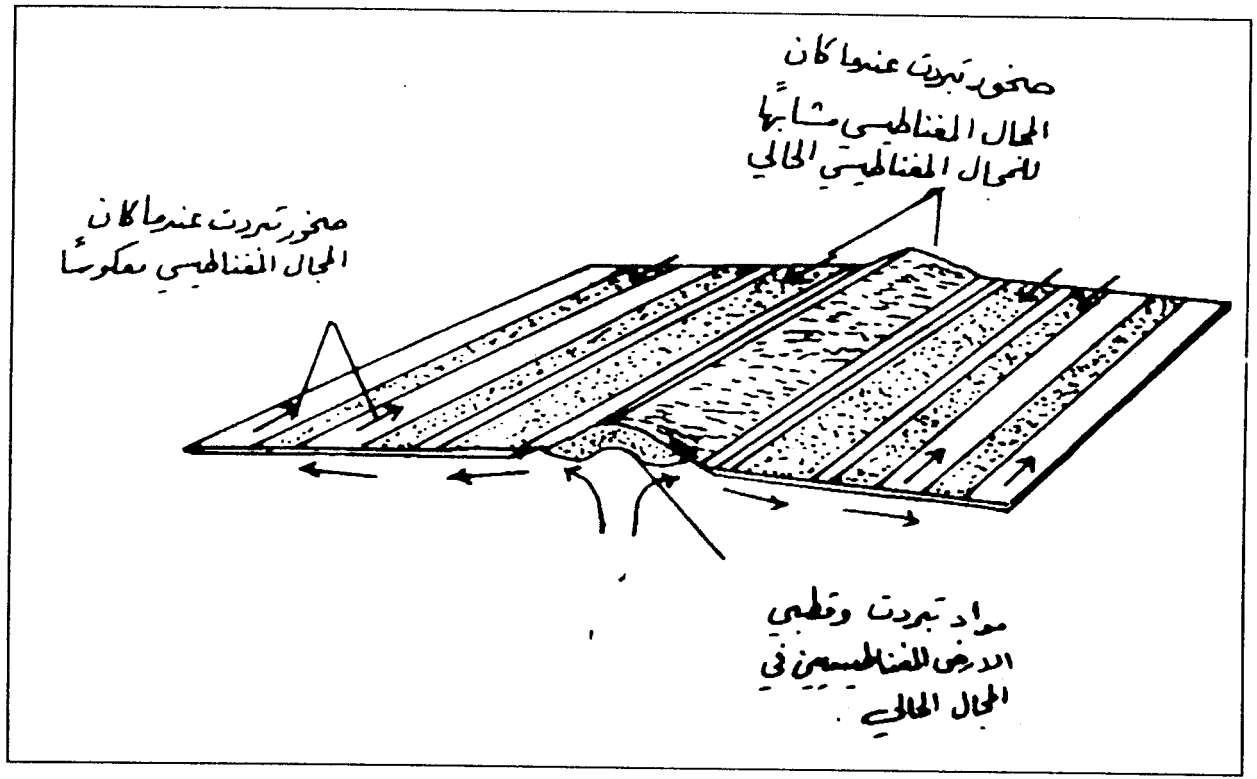


شكل رقم (٣)
يبين كيفية إندفاع القشرة المحيطية نحو الداخل في مناطق الأغوار او الخنادق المحيطية

اثبتت الدراسات على وجود انماط منتظمة للشذوذ المغناطيسي تمتد على جانبي الحافات الوسط محيطية تزداد قدما كلما ابتعدنا عن الحافة نفسها كما في حافة Reykenes الواقعة الى الجنوب الغربي من ايسلندا والتي يمكن اعتبارها جزء من الحافة الأطلسية الوسطى[٢٢]. وهذا دليل ملموس على ان الطفوح البركانية تنشأ اول الامر عند الحافات وتحتفظ معادنها بنوعية اتجاه خاص للتمغنط ثم تتحرك بعد ذلك مبتعدة عن الحافات لتحل محلها طفوح اخرى تحتفظ هي الاخرى باتجاه اخر من اتجاهات التمغنظ تبعاً لوضعية الاقطاب المغناطيسية للأرض وقت خروج تلك الحمم. وقد امكن ايضا معرفة مقدار عمر الرواسب التي تستخرج من قاع المحيط العميق من خلال معرفة طبيعة المغناطيسية المحفوظة فيها، شكل رقم (٤).

تمكن العلماء من الحصول على نتائج تطبيقية ايجابية مهمة من خلال اقتناعهم بمفهوم تكتونية الصفائح، ونظرية انتشارع قاع المحيط.

فقد تبين من خلال الدراسة ان معظم الزلازل توجد في مواضع تقع تحت مواقع تيارات القشرة الهابطة عند مناطق تقابل الصفائح وتكون تلك الزلازل من الانواع العميقة عادة ويمكن لتيارات القشرة الأرضية الصاعدة عند مناطق تباعد الصفائح ان تولد هي الاخرى زلازل إلا انها من النوع الضعيف. وعليه فان خارطة توزيع الزلازل ما هي إلا خارطة لمناطق تيارات القشرة الصاعدة او الهابطة بمعنى اخر ان مواقع الزلازل هي بالضرورة حدود الصفائح نفسها. وتمكن العلماء بعد معرفتهم بمعدل حركة صفائح القشرة الأرضية من حساب مقدار قوة الشد المتراكمة في التكوينات الصخرية وبالتالي امكنهم التنبؤ بالوقت الذي يحتمل حدوث الزلزال فيه. وسيكون بالامكان في المستقبل القريب السيطرة على كثير من الزلازل فعلى سبيل المثال يمكن زحلقة انظمة الانكسارات كما في اخدود سان اندرياس في كالفورنيا بالولايات المتحدة، وذلك بضخ الماء خلاله بالعمق المطلوب حيث سيؤدي ذلك الى تقليل نقاط الاحتكاك وبذلك فان الحركة الزلزالية التي سوف تحصل ستكون بشكل سلسلة من هزات صغيرة ولاتتحول الى زلزال كبير. ويمكن بالطريقة



شكل رقم (٤)

يبين الترتيب المنتظم لحالات الشذوذ المغناطيسي على جانبي حافة وسط محيطية

نفسها التنبؤ بحدوث امواج التسونائي الخطرة عندما نرقب حدوث الزلازل في جبهات التقابل بين الصفائح التكتونية وخاصة تلك التي تكون عند قيعان المحيطات او على مقربة منها (٢٣).

كما بينا قبل قليل فان للبراكين والنشاط البركاني علاقة وثيقة باطباق القشرة الأرضية حيث يتوزع النشاط البركاني عادة في المواقع الآتية:

١- مناطق الحافات المحيطية الوسطى أو مناطق الافتراق او التباعد الصفائح التكتونية وتكون هذه البراكين من نوع براكين الشقوق الهادئة الثورات عادة.

٢- مناطق الاقواس الجزرية او مناطق تقابل الصفائح حيث تكون الثورات البركانية فيها من نوع الثورات المركزية العنيفة عادة.

٣-مناطق البقع الساخنة Hot spots وهي مناطق رفع ونشاط بركاني محلي في القشرة الأرضية تقع بعيدا عن حدود الصفائح، ويظهر انها تقع فوق انطقة معينة من المانتيل ويمكن للصفائح ان تمر فوق تلك البقع الساخنة، خلال عمليةانتشارها الامر الذي يؤدي الى حدوث حالات رفع فيها مصحوبة بنشاط بركاني، ثم تبدأ هذه المناطق بالغوص ثانية حال الابتعاد عن البقعة الساخنة فتتحول البراكين فيها الى براكين خامدة وتعد سلسلة الجبال البركانية المعروفة باسم Hawaiian- Emperor الواقعة في شمال المحيط الهادي مثالا جيدا لهذه الحالة (٢٤).

يعني ذلك ان تفصايل الثورة البركانية في أي مكان يمكن التنبؤ بها من خلال معرفة العمق الذي وصلته القشرة التي دفعت نحو المانتيل. ونستطيع معرفة ذلك العمق بوساطة الزلازل التي تحدث اسفل البراكين مباشرة،وتكشف مكونات المخروط البركاني نفسها عن موقع التيارات الهابطة السابقة، وكذلك يمكن التنبؤ بحدوث البراكين عند معرفة المعدل الذي يدفع به الصفيحة نحو داخل المانتيل، اذ ان هذه المادة تغذي جذور البراكين على الاقل، ويغدو من الممكن عندما نعرف هذه

الضوابط حساب معدل القابلية البركانية الى أية منطقة في الوقت نفسه، يمكن التنبؤ بالفترة التي يحتمل فيها حدوث نشاط بركاني[٢٥].

كان لانتشار الافكار العلمية التي اظهرتها نظرية انتشار قاع المحيط اثراً كبيراً في تركيز البحث عن المعادن المختلفة في مواقع معينة من القشرة الارضية تبعا الى مواقعها بالنسبة الى الصفائح، حيث توجد خصائص معدنية لكل نوع من انواع حدود الصفائح، ويرتبط كل منها بوجود انواع معينة من الطاقة.

ففي مناطق تباعد الصفائح تكون المعادن الاساسية فيها بشكل رواسب فلزية معينة تتركز من جراء تبرد الماكما، مثل مجموعة فلزات الكروم والنحاس والنيكل والبلاتين، وتضم تلك الرواسب ايضاً كبريتات النحاس والحديد والزنك والفضة والذهب واكاسيد طباقية للحديد والمنغنيز التي تكون مركزة في محاليل حارة او تشكل هذه المصادر المعدنية ان وجدت على اليابسة مواقع رواسب معدنية مهمة جداً وتوجد مثل هذه الرواسب المعدنية في حوالي ٨٠ موقعاً على الحافات المحيطية الوسطى في المحيطين الهندي والاطلسي وكذلك في البحار الهامشية الواقعة في غرب المحيط الهادي [٢٦].

تعتبر حالة البحر الاحمر متميزة من هذه الناحية حيث تعتبر الرواسب المعدنية، الموجودة في بعض جهات قاعه ذوات اهمية تجارية، وقد كان الاكتشاف الحقيقي لتلك الرواسب المعدنية الحديدية قد حدث في سنة ١٩٤٨ عندما اكتشفت السفينة السويدية Albatross زيادة في درجة الحرارة والملوحة مع زيادة العمق في بعض المواقع في البحر الاحمر فقد سجلت هذه السفينة في احدى المواقع درجة ملوحة مقدارها ٤٠,٠١بالمائة ودرجة حرارة تبلغ ٢٢,٥٧م عند عمق ١,٨٨٨ متراً وكانت الفترة المحصورة بين ١٩٦٣-١٩٦٥ قد خصصت للنشاط العالمي لكشف المحيط الهندي وبذلك فقد قامت بعض سفن الابحاث بالمرور خلال البحر الاحمر في طريقها الى المحيط الهندي وقامت ببعض القياسات الهيدرولوجية ومنها سفينة

الابحاث Discoveryالتي قامت بتحديد موقع Discovery (٢٢٢٠م) عند عودتها في شهر مارت سنة ١٩٦٤ وعودتها ثانية في ايلول من سنة ١٩٦٤ كما تم اكتشاف موقع Atlantis II (٢١٧٠م) في شهر كارت سنة ١٩٦٥ وفي سنة ١٩٦٦ تم اكتشاف موقع معدني اخر هو موقع Chain[٢٧]. وتقع هذه الاعماق محصورة بين دائرتي عرض ٢١ ١٥ – ٢١ ٣٠ شمالا، وقد اثبتت عمليات تحليل الرواسب الموجودة في موقع Atlantis II بانها تحتوي على ٢٩٪ حديد و ٣,٤٪ خارصين و١,٣٪ نحاس و ٠,١٪ رصاص وتحتوي ايضا على ٥٤ جزءا بالمليون من معدن الفضة وعلى ٠,٥ بالمليون من الذهب وقدرت كمية الرواسب المعدنية الموجودة في الطبقة العليا التي يبلغ سمكها حوالي ٣٠ قدما من هذا الموقع لوحده بحوالي ٥٠,٠٠٠,٠٠٠ طن. ومن المحتمل ان يبلغ سمك الرواسب صعف ذلك السمك إلا أنه لايمكن اعطاء تقديرات دقيقة عنها[٢٨]. وتبعا لذلك تم انشاء الهيأة السعودية السودانية المشتركة للبحر الاحمر في سنة ١٩٧٥ بموافقة الحكومتين بهدف استثمار الموارد اللاعضوية في البحر الاحمر الواقعة١.٠٠٠ متر المجاورة للساحلين السعودي والسوداني وكان قد خطط لهذه الهيأة ان تبدأ بالانتاج للمعادن من هذا الموقع في سنة ١٩٨٥ [٢٩] . علما بان الاتفاق قد تم بين الحكومتين على تقسيم البحر الاحمر من جزئه الواقع بينها الى الانطقة الثلاثة الآتية:

١- النطاق السعودي ويمتد من الساحل السعودي حتى خط العمق ١٠٠٠ متر.
٢- انطاق السوداني ويمتد من الساحل السوداني حتى خط العمق ١٠٠٠متر.
٣- النطاق المشترك ويقع اسفل خط العمق ١٠٠٠ ويستغل بصورة مشتركة .

اما بالنسبة الى موارد الطاقة الموجودة في حدود تباعد الصفائح فان وجود الطاقة الحرارية الارضية يرتبط مع مواقع النشاط البركاني على طول المواقع الغارقة لهذه الخدود. ولايمكن استغلال هذه الطاقة في الوقت الحاضر إلا في بعض المواقع التي ترتفع فوق مستوى سطح البحر من الحافات المحيطية الوسطى كما في ايسلندا.

تضم المعادن التي يرتبط وجودها بالمناطق الغارقة في مناطق تقابل الصفائح بعض الرواسب الفلزية في بعض قطاعات القشرة المحيطية التي رفعت نحو الاعلى

بسبب عملية اندفاع القشرة تحتها نحو الاسفل. ومن هذه المعادن مجموعة (الكروم والنحاس والخارصين والنيكل والفضة والذهب والبلاتين) وكذلك الفلزات التي توجد في صخور الكرانيت (القصدير والنحاس والذهب) والتي يمكن ان تتجمع على الجانب القاري من الخنادق المحيطية.

كما وتضم المعادن التي توجد على الجانب القاري من حدود التقابل في لسلاسل البركانية والجزر البركانية بعض الرواسب الفلزية (النحاس والحديد والمولبيديوم والقصدير والخارصين والفضة والذهب) وبعض كبريتات الفلزات. وتوجد مصادر الطاقة الحرارية الارضية ايضاً في مواقع السلاسل البركانية في جزر القلائد أو جزر الاقواس.

اما في مناطق الحدود الانكسارية للصفائح حيث تتحرك الصفائح المتجاورة منها بصورة موازية لبعضها الاخر في اتجاهات متعاكسة فان الرواسب المعدنية الموجودة في الاجزاء الغارقة من هذه الحدود تكون مشابهة الى تلك الموجودة في حدود تباعد الاطباق(٣٠).

لقد لعبت نظرية انتشار القاع المحيطي وتكتونية الصفائح دورا مهما في تحديد مواقع النفط وغيره من المركبات الهيدروكاربونية وبالتالي سهلت من عملية البحث عن هذه المركبات المهمة. اذ تقع معظم حقول النفط في العالم اليوم على جوار حدود الصفيحة الافريقية والاوروواسيوية. كما يرتبط وجود حقول النفط المجاورة للساحل في غرب المحيط الهادي مع الخنادق المحيطية وجزر الاقواس التي ترتبط بدوها هي الاخرى بجهات التقابل بين الصفائح. ولايمكن لمثل هذا الارتباط ان يكون عفوياً في المفهوم الجيولوجي. ولقد افترضت المعلومات الحرارية الارضية المأخوذة من كثير من حقول النفط ان التجمعات الهيدروكاربونية وتحولها في كثير من الاحواض يعود الى المنحدرات الحرارية الارضية العالية والتي كانت في الماضي. وتتأيد بذلك الفكرة التي تقول ان منحدرات الحرارة الأرضية العالية في الصخور

الحطامية (الرسوبية) تسرع من عملية تكوين وهجرة وتجمع النفط والغاز. وتقع انطقة منحدرات الحرارة الارضية العالية حالياً في القشرة الارضية الانتقالية بين القشرة المحيطية والقشرة القارية. ويمكن لهذه المناطق ان تصبح هدفاً ملائما لكي تكون مخازن هيدروكاربونية. وهناك سبب اخر لهجرة وتجمع البترول قرب حدود الصفائح يعود الى التأثير الزلزالي فالتوزيع واعادة التوزيع للسوائل الموجودة باحجام كبيرة يحدث بسبب التمدد المتعاقب في الصخور خلال النشاط الزلزالي.

هوامش البحث :

(١) جودة حسنين جودة، جغرافية البحار والمحطات، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨١، ص٦٥-٩٨.

(٢)Encycleopaedia Britannica, Vol. ١٦, ١٩٧٤, p.٤٤٣.

(٣)R. Gordon Pirie. Oceanography, Nrew York, ١٩٧٧, p.١٦٧.

(٤)William A. Anikopuchine and Richard W. Sterberg, The world Ocean, Prentice-Hall, Englwood Cliffs. ١٩٧٣, p.٤٩.

(٥)M. Grant Gross. Oceanography, Chales E. Merril Company, Colombus, ١٩٧١.

(٦)Williams A. Anikouchine, The world Ocean, op.cit.,p.٤٣.

(٧)Encyclopaedia Britannics, op. Cit., p.٤٧٢.

(٨)Frederick K. Lutgens and Edward J. Tarbuck. Essentials of Geology. Charles E. Merril, Columbus. ١٩٨٦. p.٢٤٥.

(٩)Williams A. Anikouchine. The world Ocean. op.cit.,p.٤٣.

(١٠)R.J. Rice. Fundamentals of Geomorphology, Longman, London, ١٩٨١, p.٤٦.

(١١)Ibid., p.٤٩.

(١٢)F.K. Lutgens. Essentials of Geology, Op. Cit., p.٢٣٨.

(١٣)Cuchlaine A. Kind. Introduction to Marine Geology and Geomorphology, Op. Cit., p.٥٨.

(١٤)Karl K. Turekian. Oceans, prentice-Hall, Englwood, ١٩٧٦, p.١١٤.

(١٥)William A. Anikouchiane, Op. Cit., p.٤٦.

(١٦)Creat Cross. Oceanography, Op. Cit., p.٢٢.

(١٧)Cuchleine A. King. Op. Cit., p.١٩٣.

(١٨)Encyclopedia Britannics, Vol. ١٦, Op. Cit., p.٤٤٦.

(١٩)David Ross. Oceanography, Op. Cit., p.١١٦.

(٢٠) أدوارد جي كاربوك وفريدريك ك. لوتجنز، ترجمة عمر سلمان وجماعته، الأرض مقدمة في لجيولوجيا الطبيعية، منشورات مجمع الفاتح للجامعات، مطابع اديتار، كاليري، ايطاليا، ص٤٣٧-٤٣٨.

(٢١)Karl K. Turekian, Oceans, Prentice –Hall, Englwood, New York, ١٩٧٦, p.١١٢.

(٢٢)Cuchlaine king, Op. Cit., p.٢٩.

(٢٣)D.H. Tarling, Continental Drift, G. Bell and Sons, London. ١٩٧١,p.٩٢.

(٢٤)James Gilluly and Others, Priniciples of Geology, ٤t Edition, W.H. Preeman, San Frncisco, ١٩٧٥, p.١٠.

(٢٥)D.H. Tarling, Op. Cit., p.٩٢-٩٦.

(٢٦)Peter A. Rona, Potential Mineral and Energy Recources at Submerged plate Boundaries, Natural Rescources Forum, Vol. ٧, No. ٤, United Nations New York, ١٩٨٣, p.٣٣٦.

(٢٧)Abnel Gasim Elgrafi, Metalliferous Muds in the Red Sea, Natural Resources Forum, Vol. ٤. No. ٣. United Nations, New York, ١٩٨٠, p.٣٢٤-٣٢٥.

(٢٨)Encycloeadia Britannica, Vo. ١٥, ١٩٧٩, p.٥٤٥.

(٢٩) عبد الاله رزوقي كربل، المدخل الى جغرافية البحار والمحيطات، مطبعة جامعة البصرة، البصرة ١٩٨٥، ص٢٤٨.

(٣٠)Peter A. Rona, Op. Cit., p.٣٣٣.

المصادر:

١- كاربوك ، ادوارد جي، فردريك ك. بوتجنز، ترجمة عمر سليمان وجماعته، الأرض، مقدمة في الجيولوجيا الطبيعية، منشورات مجمع الفاتح للجامعات، مطابع اديتار، كاليري، ايطاليا.

٢- جودة حسنين جودة، جغرافية البحار والمحيطات، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨١.

٣- كربل، عبد الاله رزوقي، المدخل الى جغرافية البحار والمحيطات، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، ١٩٨٥.

٤- Anikouchine William A., and R.W. Sterberg, The World Ocean, Prebtice-Hall, Erglwood Cliffs, ١٩٧٣.

٥- Elgrafi A. S. , Metalliferous Mads in the Red Sea, Natural Recources Forun, Vol. ٤, No. ٣, United Nations, New York, ١٩٨٠.

٦- Encyclopedia Britannica, Vol. ١٣, ١٥, ١٩٧٤.

٧- Gillaly and Others, Priniciples of Geology, ٤th Edition, W.H. Freeman, San

Francisco, ١٩٧٥.

٨- Gross M. Grant, Oceanography, Charles E. Merril company, Colombus, ١٩٧١.

٩- King, C.A., Introduction to Marine Geology and Geomorphology, Edward Arnold, London, ١٩٧٤.

١٠- Lutgens, Fredrick K. and Edward J. Tarbuck, Essential of Geology, Charless E. Merril, Colombus, ١٩٨٦.

١١- Rice R.J. , Fundmentals of Geomorphology, Longman, London, ١٩٨١.

١٢- Rona Peter A. , Potential Minerals and Energy Recources at Submerged plate Boundaries, Natural Recources, Vol. V, United Nations, New York, ١٩٨٣.

١٣- Ross David A., Introductionn to Oceanography, Prentice-Hall, Englwood Cliffs, ١٩٧٧.

١٤- Tarling D.H., Continental Drife, G. Bell and sons, London, ١٩٧١.

١٥- Turekian K.K., Oceans, Prentice-Hall, Englwood, New York, ١٩٧٦.